

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-221381

(43)Date of publication of application : 26.08.1997

(51)Int.Cl.

C30B 15/00  
C30B 29/06  
// H01L 21/208

(21)Application number : 08-059914

(71)Applicant : KOMATSU ELECTRON METALS CO LTD

(22)Date of filing : 08.02.1996

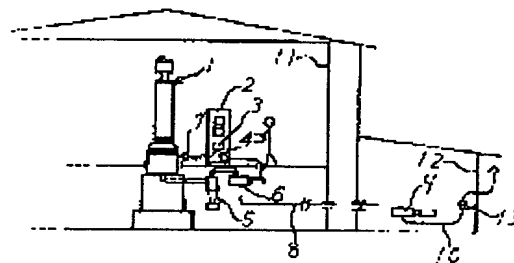
(72)Inventor : HIRAISHI YOSHINOBU

## (54) EVACUATING DEVICE FOR DEVICE FOR PULLING UP SINGLE CRYSTAL

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vacuum evacuating system which is reduced in the piping space from a device for pulling up a single crystal to a vacuum pump chamber, installation cost, electric power consumption, etc., and is trouble-free by expanding the pressure control range in a furnace even if the conventional conductance valve, etc., are not used.

**SOLUTION:** The vacuum evacuating system for maintaining the pressure in the chamber of the device 1 for pulling up the single crystal at a reduced pressure is composed of a Root's type vacuum pump 6 and a dry vacuum pump 9. The discharge port of the device 1 for pulling up the single crystal and the suction port of the Root's type vacuum pump 6 are connected at a piping length within about 3m. The discharge port of the Root's type vacuum pump 6 and the suction port of the dry vacuum pump 9 are connected at a piping length within about 100m. The Root's type vacuum pump 6 is composed variable in the number of revolutions by an inverter device 4. A cyclone type dust collector 5 is mounted at the suction port of the Root's type vacuum pump 6.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the crystal-pulling equipment into which a single crystal is pulled up and is grown up from the raw material melt in the crucible held in this chamber while supplying inert gas in a chamber The root mold vacuum pump to which the evacuation system for carrying out reduced pressure maintenance of the chamber internal pressure of this crystal-pulling equipment was connected through the inlet by the piping die length of the exhaust port of this crystal-pulling equipment, and less than 3m of abbreviation, Evacuation equipment of the crystal-pulling equipment characterized by being constituted by the dry vacuum pump connected through the inlet by the piping die length of the exhaust port of this root mold vacuum pump, and less than 100m of abbreviation.

[Claim 2] Said root mold vacuum pump is evacuation equipment of the crystal-pulling equipment according to claim 1 made engine-speed adjustable with inverter equipment equipped with the control means which controls an engine speed automatically to become equal to a setting pressure about the pressure in a chamber.

[Claim 3] Evacuation equipment of the crystal-pulling equipment according to claim 1 or 2 which made the inlet of said root mold vacuum pump equip with a cyclone mold dust collector possible [ attach/detach ].

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the evacuation equipment used for semi-conductor crystal-pulling equipments, such as silicon by the Czochralski method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In raising of the silicon single crystal by the Czochralski method, silicon oxide (SiO) gas evaporates from a silicon melt front face, if this piles up in a chamber, it will condense, and it becomes dust, it adheres to the solid-liquid interface of the single crystal under raising, and fault -- single crystal-ization is barred -- arises. Exhausting the inside of a chamber with a vacuum pump, in order to prevent this, argon gas is supplied and it holds in the reduced pressure inert gas ambient atmosphere of abbreviation 10Torr to 30Torr(s). Thus, it is made reduced pressure, because the rate of flow in a chamber can be enlarged remarkable and discharge of silicon oxide is performed good also by the small argon amount of supply.

[0003] However, the raising process of a single crystal had the fault of the silicon oxide generated as raising progressed in order to cover long duration adhering to the dust filter arranged to the vacuum pump inspired air flow path as dust in a chamber exhaust port or piping, the flow of inert gas being barred, it becoming difficult to maintain the pressure in a chamber uniformly, and a pressure having risen, consequently stagnation of silicon oxide having arisen, and barring single crystal-ization.

[0004] Moreover, the contractor concerned is good and it is just going to know that the oxygen density in the single crystal manufactured with this equipment will be greatly influenced by the rate of flow of the inert gas which flows between a radiation screen lower limit and melt front faces in recent years although the crystal-pulling equipment which used the radiation screen has increased in number. Since this rate of flow would also change if the pressure in a chamber changes as described above, there was also fault of worsening the repeatability of an oxygen density. In order to improve such fault, in JP,7-77994,B, it has proposed controlling automatically the opening of a chamber and the conductance bulb interposed between vacuum pumps, and changing chamber internal pressure according to a predetermined control pattern.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Quartz crucible aperture also became large with diameter-ization of macrostomia of semi-conductor single crystals, such as silicon, in recent years, the silicon oxide gas yield also increased by the increment in silicon melt surface area in connection with it, it was going to discharge this efficiently, and enlargement of a vacuum pump has also progressed. Moreover, there is an inclination which dislikes generating of an oil mist etc. and forms into a dry pump the place which used the large-sized oil rotary pump conventionally like JP,7-33581,A. Moreover, since it is difficult to install near the crystal-pulling equipment if a large-sized vacuum pump like before is used when also enlarging crystal-pulling equipment and holding an a large number base in one works, it must install in a vacuum pump private room.

[0006] For this reason, long \*\* of vacuum piping which the distance of crystal-pulling equipment and a vacuum pump amounts also to 50m from 30m of abbreviation depending on arrangement of this equipment, therefore connects a vacuum pump to this equipment also becomes more than this. Generally the conductance C of vacuum piping is expressed with  $C=K \cdot d^4$  and  $\langle P \rangle / l$ . Here, d is [ piping die length and  $\langle P \rangle$  of a piping diameter and l > ] the mean pressures in piping. This shows that conductance receives effect in a piping diameter remarkably. Usually, in order to set the pressure buildup by piping to 1 or less Torr by about [ 40m ] piping die length, it must consider as piping with a bore of 100mm or more. Usually, a vacuum flange must be welded to an iron pipe, and it must construct carefully so that leak may not arise. As

mentioned above, when the scale of works becomes large, it becomes impossible to disregard the tooth space for constructing this piping, cost, etc.

[0007] Moreover, although the method of installing a conductance bulb in vacuum piping, controlling the opening automatically in order to improve the repeatability of the oxygen density in a single crystal, and maintaining furnace internal pressure to the set point is proposed by JP,7-77994,B Since the dust which used silicon oxide as the principal component flowed so much in piping as mentioned above, it entered into the bearing and the vacuum seal section of a driving shaft of a conductance bulb, and this part might be made to generate failure and this dust might shorten the life remarkable.

[0008] Furthermore, although how to make adjustable the rotational frequency of a root mold vacuum pump, and control exhaust velocity as the pressure-control approach by the conductance bulb was also learned, it had troubles -- a pressure control range is narrow, and when the die length of vacuum piping becomes large as mentioned above, a response is slow, and sufficient control precision is not acquired.

[0009] Even if this invention was not made in view of the above-mentioned trouble and the conventional conductance bulb etc. is not used for it, it aims at being able to reduce making a furnace internal pressure control range expand and the piping tooth space from crystal-pulling equipment to a vacuum pump room, installation cost, power consumption, etc., and offering an evacuation system with little failure.

[0010]

[Means for Solving the Problem] If it is in this invention in order to attain the purpose mentioned above In the crystal-pulling equipment into which a single crystal is pulled up and is grown up from the raw material melt in the crucible held in this chamber while supplying inert gas in a chamber The root mold vacuum pump to which the evacuation system for carrying out reduced pressure maintenance of the chamber internal pressure of this crystal-pulling equipment was connected through the inlet by the piping die length of the exhaust port of this crystal-pulling equipment, and less than 3m of abbreviation, It is characterized by being constituted by the dry vacuum pump connected through the inlet by the piping die length of the exhaust port of this root mold vacuum pump, and less than 100m of abbreviation.

[0011] Moreover, inverter equipment equipped with the control means which controls an engine speed automatically to become equal to a setting pressure about the pressure in a chamber can constitute said root mold vacuum pump as engine-speed adjustable. Furthermore, it is good for the inlet of said root mold vacuum pump also by the configuration made to equip with a cyclone mold dust collector possible [ attach/detach ].

[0012] If it is in the evacuation equipment of the crystal-pulling equipment concerning this invention, a root mold vacuum pump is installed in near [ of crystal-pulling equipment ], and after raising a pressure, even the dry vacuum pump of a pump house pipes by the conventional abbreviation 1 / piping of about two to 1/3 diameter. By this, vacuum piping installation can be constructed at a 1/2 or less abbreviation tooth space and cost as compared with the former. Although differential pressure increases by minor diameter-ization of this piping, since it is the exhaust side of a root mold vacuum pump, although that power consumption increases a little, the engine performance as a vacuum pump system hardly changes to the former. Moreover, if the rotational frequency of a root mold vacuum pump is made adjustable by this system and furnace internal pressure is controlled, since the piping distance from a root mold vacuum pump to crystal-pulling equipment is very short, a speed of response is quick and sufficient control precision can be acquired. Since big exhaust velocity is obtained with small low power, even if it installs a root mold vacuum pump in near [ of crystal-pulling equipment ], it does not produce faults, such as vibration and generation of heat.

[0013] Moreover, in order for a root mold vacuum pump to prevent breaking down by suction of a foreign matter etc., it equips with a dust filter just before inhalation opening, and that [ its ] of use \*\*\*\* is common to it. The conductance property of a dust filter turns into the same property as an orifice, and is  $C=K \cdot S12 \cdot \sqrt{P}$ ... It can express (1). S1 is [ a mean pressure and K of equivalence orifice area and  $\sqrt{P}$  ] constants here. When the formula which sets an argon flow rate to Q, sets pump exhaust velocity to E, and asks for the furnace internal pressure PF from this is derived, it is  $PF = \sqrt{\{(Q/E)^2 + (2 Q/KS12)\}}$ ... It is set to (2). On the other hand, differential pressure  $\Delta P$  in the case of a cyclone is  $\Delta P = JQ^3/2S2^2E$ ... It is expressed with (3). When the formula which asks for the furnace internal pressure Pc at the time of using a cyclone from this is derived, it is  $Pc = (JQ^3/2S2^2 + Q)/E$ ... It is set to (4). Here, S2 is a cyclone inlet pipe road surface product. When a formula (2) is compared with a formula (4), when very large, for E, Pc is [ formula / (4) ] \*\*\*\*\* to constant value  $\sqrt{2 Q/KS12}$  at a formula (2) to that of \*\*\*\*\* in O.

[0014] As shown in drawing 2, change of the furnace internal pressure when changing E using the filter and cyclone which point out the same furnace internal pressure at the time of E=20000 l/min and argon quantity-of-gas-flow 80 Nl/min was shown. When a cyclone is used, a very big variability region can be obtained as

compared with a filter. In order that E may carry out proportionally [ abbreviation ] at the engine speed of a root mold vacuum pump, it becomes possible to obtain a large pressure control range by changing a pump engine speed with an inverter. As mentioned above, by installing a dry vacuum pump in a suitable location on a works layout, and connecting this for the conventional abbreviation 1 / piping of about two to 1/3 diameter Reduce a piping tooth space and installation cost sharply, and this root mold vacuum pump is equipped with a cyclone mold dust collector. It makes it possible to perform wide range control of furnace internal pressure with sufficient speed of response, without being based on a motorised conductance bulb like before which is easy to break down by driving with an inverter.

[0015]

[Embodiment of the Invention] The sign 1 hereafter shown in drawing for explaining the gestalt of operation of this invention with reference to a drawing is crystal-pulling equipment of semi-conductors, such as silicon by the Czochralski method, and the whole equipment is installed all over the clean room 11. 5 is a cyclone type dust collector. With the gestalt of this operation, the cyclone inflow rate was set as 60 m/sec in argon quantity-of-gas-flow 80 Nl/min. It is possible \*\*\*\*\* for a compact design to be attained by this and to install in near [ of crystal-pulling equipment ]. 6 is the so-called mechanical booster pump as a root mold vacuum pump, and is making the rotational frequency of a motor control by the inverter 4 in a control panel 2. This rotational frequency is automatically controlled by the furnace internal pressure measuring instrument 7 and the PID controller 3, and is automatically maintained by the furnace internal pressure directed from the process control computer in a control panel 2. The piping die length from crystal-pulling equipment to inhalation opening of a mechanical booster pump 6 was 2.5m of abbreviation, and the speed of response of the pressure control near abbreviation 20Torr was 0.5 or less sec of abbreviation. Moreover, the bore of piping of this part was 100mm of abbreviation. 8 was exhaust side piping of a mechanical booster pump 6, and was 50mm of bore abbreviation, and 40m of die-length abbreviation. 9 is a dry mold vacuum pump, and 10 is exhaust side piping of the dry mold vacuum pump 9, and is wide opened outside the pump house 12. 13 is a check valve.

[0016] Since the cyclone inflow rate is greatly set up as described above, the collection effectiveness of about 50% of abbreviation is acquired also about dust of about 5 micrometers of abbreviation. For this reason, although the amount of the dust under dry mold vacuum pump 9 exhaust air is 5mg or less of abbreviation per three 1m, and it is satisfactory level even if it emits into atmospheric air as it is, it is desirable to add a silencer or a scrubber and to reduce the noise by exhaust air. The evacuation system described above was able to be constructed as compared with the former at a 1/2 or less abbreviation piping tooth space and cost. Moreover, since a mechanical booster pump 6 is large displacement in small and a low power, when using it in combination with the dry mold vacuum pump 9, as compared with exhausting in dry mold vacuum pump 9 single stage, 1/4 or less is it with power by the same displacement in or less 1 / two to 1/4, and an installation tooth space.

[0017] Moreover, since the cyclone type dust collector 5 was used, as compared with the dust filter, the big pressure control range with an abbreviation of about 10 times was able to be obtained. This is for the differential pressure of the cyclone type dust collector 5 to change a lot to change of pump exhaust velocity, as shown in drawing 2 . Although the mechanical booster pump 6 used with the gestalt of this operation was the engine performance of 20000 l/min in 60Hz, the rotational frequency when controlling to furnace internal pressure 20Torr was 900 - 1200 revolution per minute. On the other hand, it changed sharply with abbreviation 20 - 200 rotation extent, and furnace internal pressure was also unstable what used the conventional dust filter. Moreover, dust adhered to the filter with raising of a single crystal, and in order that pressure loss may become large and may exceed a control range, cleaning of a filter is needed for every batch. Moreover, since a conductance bulb etc. was not used, the operation which did not produce failure, either but was stabilized extremely was possible.

[0018] It is because the dry vacuum pump 9 is operated by the rated engine performance that furnace internal pressure is fixed near abbreviation 40Torr in the graph shown in drawing 2 in with cyclone type dust collector 5, even if the exhaust velocity of a mechanical booster pump 6 becomes 0 l/min. If an inverter 4 is attached also in the dry vacuum pump 9 and it is made to make the same variable speed operation as a mechanical booster pump 6 perform, a still larger pressure control range can be obtained.

[0019]

[Effect of the Invention] This invention is constituted as mentioned above, and according to the evacuation system by which the chamber internal pressure of crystal-pulling equipment was especially described above for carrying out reduced pressure maintenance, it can reduce the piping tooth space and cost from crystal-pulling equipment to a vacuum pump room to about 1/2 conventional abbreviation. Moreover, without using

a conductance bulb, the pressure control of the large range is written as it is possible, and an evacuation system with little failure is obtained. Furthermore, as compared with the case where the vacuum pump of a single stage is used, abbreviation 1 / about two to 1/4 power consumption, and an installation tooth space become possible.

---

[Translation done.]

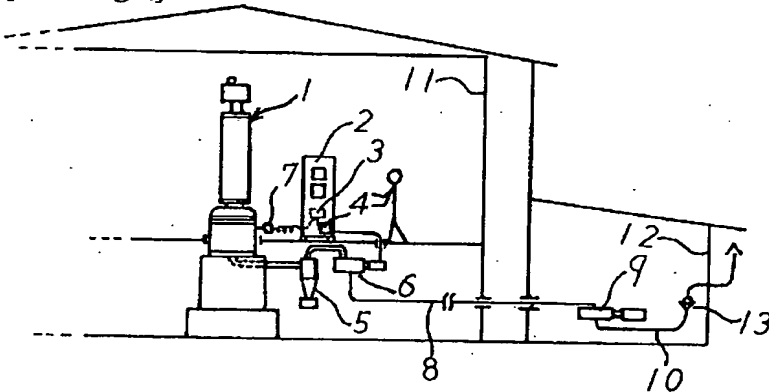
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

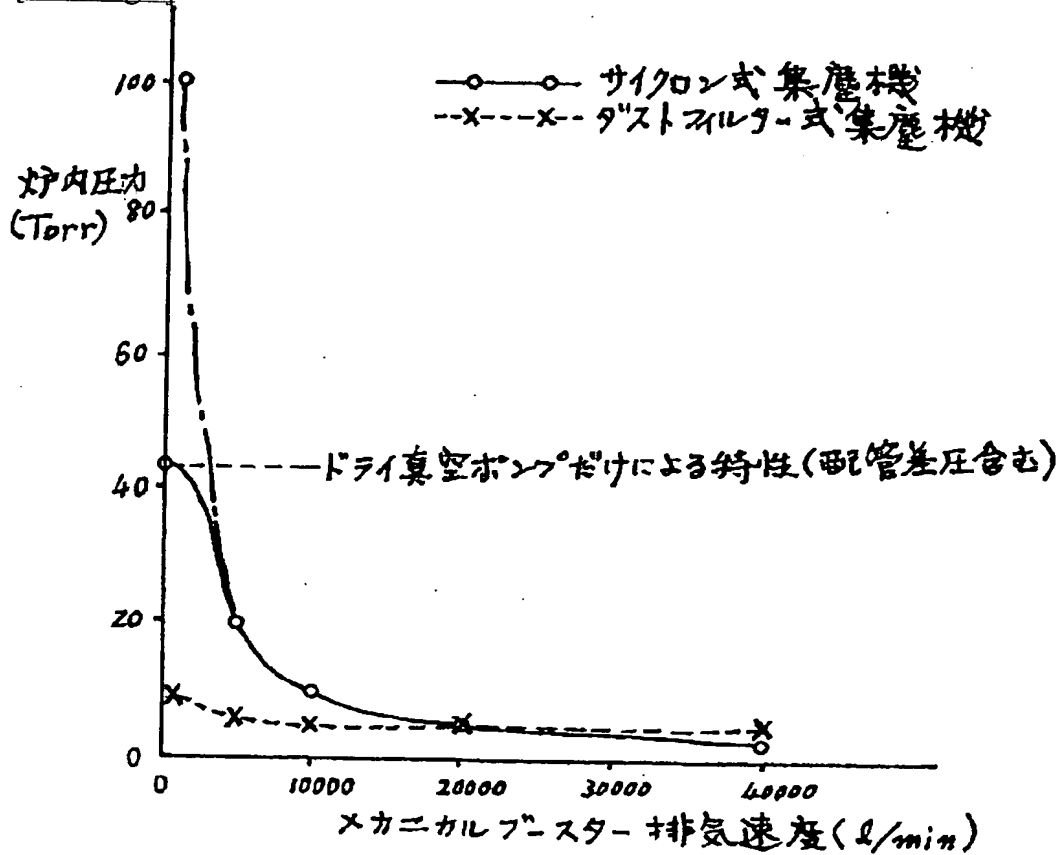
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-221381

(43) 公開日 平成9年(1997)8月26日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/00			C 3 0 B 15/00	Z
29/06	5 0 2		29/06	5 0 2 K
// H 0 1 L 21/208			H 0 1 L 21/208	P

審査請求 未請求 請求項の数 3 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-59914

(22) 出願日 平成8年(1996)2月8日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 平石 吉信

長崎県大村市雄ヶ原1324番地2 コマツ電

子金属株式会社長崎工場内

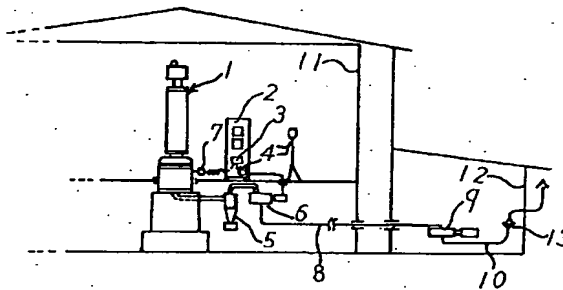
(74) 代理人 弁理士 衛藤 彰

(54) 【発明の名称】 単結晶引上装置の真空排気装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のコンダクタンスバルブ等を使用しなくても炉内圧力制御範囲を拡大し、単結晶引上装置から真空ポンプ室までの配管スペース、設置コスト、消費電力等を削減し且つ故障の少ない真空排気システムを提供する。

【解決手段】 単結晶引上装置1のチャンバー内圧力を減圧維持するための真空排気システムをルーツ型真空ポンプ6とドライ真空ポンプ9で構成する。単結晶引上装置1の排気口とルーツ型真空ポンプ6の吸気口を略3m以内の配管長さで接続する。ルーツ型真空ポンプ6の排気口とドライ真空ポンプ9の吸気口を略100m以内の配管長さで接続する。ルーツ型真空ポンプ6は、インバーター装置4により回転数可変として構成する。ルーツ型真空ポンプ6の吸気口にはサイクロン型集塵装置5を装着する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャンバー内に不活性ガスを供給しながら、該チャンバー内に収容されたルツボ内の原料融液から単結晶を引上げ成長させる単結晶引上装置において、該単結晶引上装置のチャンバー内圧力を減圧維持するための真空排気システムを、該単結晶引上装置の排気口と略3 m以内の配管長さで吸気口を介して接続されたルーツ型真空ポンプと、該ルーツ型真空ポンプの排気口と略100 m以内の配管長さで吸気口を介して接続されたドライ真空ポンプとにより構成されることを特徴とする単結晶引上装置の真空排気装置。

【請求項2】 前記ルーツ型真空ポンプは、チャンバー内の圧力を設定圧力に等しくなるように自動的に回転数を制御する制御手段を備えたインバーター装置により回転数可変とした請求項1記載の単結晶引上装置の真空排気装置。

【請求項3】 前記ルーツ型真空ポンプの吸気口にはサイクロン型集塵装置を装脱可能に装着させた請求項1または2記載の単結晶引上装置の真空排気装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チョクラスキー法によるシリコン等の半導体単結晶引上装置に用いられる真空排気装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】チョクラスキー法によるシリコン単結晶の引上では、シリコン融液表面から酸化シリコン(SiO)ガスが蒸発し、これがチャンバー内に滞留すると凝縮してダストとなり、引上中の単結晶の固液界面に付着して、単結晶化が妨げられる等の不具合が生ずる。これを防止するためチャンバー内を真空ポンプによって排気しつつ、アルゴンガスを供給し、略10 Torrから30 Torrの減圧不活性ガス雰囲気に保持している。このように減圧にするのは、少ないアルゴン供給量でも、チャンバー内の流速を著しく大きくでき、酸化シリコンの排出が良好に行なわれるようにするためである。

【0003】ところが、単結晶の引上工程は長時間にわたるため、引上が進むにつれて発生した酸化シリコンがチャンバー排気口や配管内、真空ポンプ吸気側に配置したダストフィルター等にダストとして付着し、不活性ガスの流れが妨げられて、チャンバー内の圧力を一定に維持することが困難になり、圧力が上昇して、その結果、酸化シリコンの滞留が生じて単結晶化を妨げるという不具合があった。

【0004】また、近年、輻射スクリーンを使用した単結晶引上装置が多くなってきたが、この装置で製造した単結晶中の酸素濃度は、輻射スクリーン下端と融液表面の間を流れる不活性ガスの流速に大きく影響されることは、当該業者のよく知るところである。前記したように、チャンバー内の圧力が変化すると、この流速も変化

するため、酸素濃度の再現性を悪化させるという不具合もあった。このような不具合を改善するため、特公平7-77994号公報では、チャンバーと真空ポンプ間に介設されたコンダクタンスバルブの開度を自動制御してチャンバー内圧力を所定の制御パターンに従って変化させることを提案している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】近年、シリコン等の半導体単結晶の大口径化と共に石英ルツボ口径も大きくなり、それに伴いシリコン融液表面積の増加により酸化シリコンガス発生量も増大し、これを効率よく排出しようとして、真空ポンプの大型化も進んできた。また、従来、大型のオイルロータリーポンプを用いていたところをオイルミストの発生等を嫌って特開平7-33581号公報のようにドライポンプ化する傾向がある。また、単結晶引上装置も大型化し、多数台を一つの工場に収容する場合、従来のような大型の真空ポンプを使用すると、単結晶引上装置の近くに設置するのが困難であるため、真空ポンプ専用室に設置しなければならない。

【0006】このため、単結晶引上装置と真空ポンプとの距離は本装置の配置によっては略30 mから50 mにも達し、したがって、本装置と真空ポンプを結ぶ真空配管の長さもこれ以上となる。一般に真空配管のコンダクタンスCは $C = K \cdot d^4 \cdot \langle P \rangle / l$ で表わされる。ここで、dは配管直径、lは配管長さ、 $\langle P \rangle$ は配管内の平均圧力である。これより、コンダクタンスは配管直径に著しく影響を受けることが解る。通常、40 m程度の配管長さで配管による圧力上昇を1 Torr以下にするためには、内径100 mm以上の配管としなければならない。通常は鉄パイプに真空フランジを溶接して、リークの生じないように注意深く施工しなければならない。前述したように、工場の規模が大きくなるとこの配管を施工するためのスペース、コスト等が無視できなくなる。

【0007】また、単結晶中の酸素濃度の再現性を向上する目的で、真空配管にコンダクタンスバルブを設置し、その開度を自動制御して炉内圧力を設定値に維持する方法が特公平7-77994号公報に提案されているが、前述したように配管内には酸化シリコンを主成分としたダストが多量に流入するため、該ダストがコンダクタンスバルブの駆動軸の軸受けや真空シール部に入り込み、この部分に故障を発生させたり、寿命を著しく短くさせたりすることがあった。

【0008】さらに、コンダクタンスバルブによらない圧力制御方法として、ルーツ型真空ポンプの回転数を可変にして排気速度を制御する方法も知られているが、圧力制御範囲が狭く、また、前述のように真空配管の長さが大きくなった場合には応答が遅く、十分な制御精度が得られない等の問題点を有していた。

【0009】本発明は、上記問題点を鑑みなされたもの

で、従来のコンダクタンスバルブ等を使用しなくても炉内圧力制御範囲を拡大させること、および、単結晶引上装置から真空ポンプ室までの配管スペース、設置コスト、消費電力等を削減でき且つ故障の少ない真空排気システムを提供することを目的としたものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するため、本発明にあっては、チャンパー内に不活性ガスを供給しながら、該チャンパー内に収容されたルツボ内の原料融液から単結晶を引上げ成長させる単結晶引上装置において、該単結晶引上装置のチャンパー内圧力を減圧維持するための真空排気システムを、該単結晶引上装置の排気口と略3m以内の配管長さで吸気口を介して接続されたルーツ型真空ポンプと、該ルーツ型真空ポンプの排気口と略100m以内の配管長さで吸気口を介して接続されたドライ真空ポンプとにより構成されることを特徴とする。

【0011】また、前記ルーツ型真空ポンプは、チャンパー内の圧力を設定圧力に等しくなるように自動的に回転数を制御する制御手段を備えたインバーター装置により回転数可変として構成することができる。さらに、前記ルーツ型真空ポンプの吸気口にはサイクロン型集塵装置を装脱可能に装着させた構成によっても良い。

【0012】本発明に係る単結晶引上装置の真空排気装置にあっては、ルーツ型真空ポンプを単結晶引上装置の至近に設置し、圧力を上げてから従来の略1/2～1/3程度の直径の配管によりポンプ室のドライ真空ポンプまで配管する。これによって、従来に比較して略1/2以下のスペースとコストで真空配管設備を施工することができる。この配管の小径化により差圧は増大するが、ルーツ型真空ポンプの排気側であるため、その電力消費量は若干増加するが真空ポンプシステムとしての性能は従来と殆ど変わらない。また、このシステムでルーツ型真空ポンプの回転数を可変にして炉内圧力を制御すると、ルーツ型真空ポンプから単結晶引上装置までの配管距離が極めて短いため、応答速度が速く、十分な制御精度を得ることができる。ルーツ型真空ポンプは小型低電力で大きな排気速度が得られるため、単結晶引上装置の至近に設置しても、振動、発熱等の不具合を生じることもない。

【0013】また、ルーツ型真空ポンプは異物等の吸引により故障するのを防ぐため、吸入口直前にダストフィルターを装着して使用するのが一般的である。ダストフィルターのコンダクタンス特性はオリフィスと同様の特性となり、 $C = K \cdot S_1^2 \cdot \sqrt{P}$  (1)と表わせる。ここで $S_1$ は等価オリフィス面積、 $\sqrt{P}$ は平均圧力、 $K$ は定数である。これより、アルゴン流量を $Q$ 、ポンプ排気速度を $E$ 、として炉内圧力 $P_f$ を求める式を導出すると、 $P_f = \sqrt{\{(Q/E)^2 + (2Q/KS_1^2)\} \dots (2)}$ となる。これに対してサイクロンの

場合の差圧 $\Delta P$ は、 $\Delta P = JQ^3 / 2S_2^2 E \dots$

(3)で表わされる。これよりサイクロンを使用した場合の炉内圧力 $P_c$ を求める式を導出すると、 $P_c = (JQ^3 / 2S_2^2 + Q) / E \dots (4)$ となる。ここで、 $S_2$ はサイクロン入口管路面積である。式(2)と式(4)を比較すると、式(4)では $E$ が極めて大きいときは $P_c$ は0に近づくのに対して、式(2)では、一定値 $\sqrt{(2Q/KS_1^2)}$ に近づく。

【0014】図2に示すように、 $E = 200001 / \text{min}$ 、アルゴンガス流量 $80 \text{ Nl/min}$ 時に同一の炉内圧力を指すフィルターとサイクロンを使用して $E$ を変化させた時の炉内圧力の変化を示した。サイクロンを使用した場合、フィルターに比較して極めて大きな変化範囲を得ることができる。 $E$ はルーツ型真空ポンプの回転数に略比例するため、インバーターによりポンプ回転数を変化させることで広い圧力制御範囲を得ることが可能になる。以上のように、ドライ真空ポンプを工場レイアウト上適当な位置に設置して、これを従来の略1/2～1/3程度の直径の配管で接続することにより、配管スペースや設置コストを大幅に削減し、このルーツ型真空ポンプにサイクロン型集塵装置を装着し、インバーターにより駆動することで従来のような故障し易いモータ駆動のコンダクタンスバルブによることなく、炉内圧力の広範囲な制御を充分な応答速度で行なうことを可能にさせる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明するに、図において示される符号1は、チョクラルスキー法によるシリコン等の半導体の単結晶引上装置であり、装置全体はクリーンルーム11中に設置されている。5はサイクロン式集塵装置である。本実施の形態ではアルゴンガス流量 $80 \text{ Nl/min}$ において、サイクロン流入速度を $60 \text{ m/sec}$ に設定した。これによりコンパクトな設計が可能になり、単結晶引上装置の至近に設置することが可能となった。6はルーツ型真空ポンプとしての所謂メカニカルブースターポンプであり、制御盤2の中のインバーター4によりモータの回転数を制御させている。この回転数は、炉内圧力測定器7およびPIDコントローラー3により自動的に制御され、制御盤2内のプロセス制御コンピューターから指示された炉内圧力に自動的に維持される。単結晶引上装置からメカニカルブースターポンプ6の吸入口までの配管長さは略2.5mであり、略20 Torr付近での圧力制御の応答速度は略0.5sec以下であった。また、この部分の配管の内径は略100mmであった。8はメカニカルブースターポンプ6の排気側配管であり、内径略50mm、長さ略40mであった。9はドライ型真空ポンプであり、10はドライ型真空ポンプ9の排気側配管で、ポンプ室12の外に開放されている。13は逆止弁である。

【0016】前記したようにサイクロン流入速度を大きく設定しているため、略5 $\mu$ m程度のダストについても、略50%程度の捕集効率を得られる。このため、ドライ型真空ポンプ9排気中のダストの量は1m<sup>3</sup> 当り略5mg以下であり、そのまま大気中に放出しても問題のないレベルであるが、サイレンサーあるいはスクラバー等を付加して、排気による騒音を低減するのが望ましい。以上述べた真空排気システムは従来に比較して略1/2以下の配管スペースとコストで施工が可能であった。また、メカニカルブースターポンプ6は小型、低消費電力で大排気量であるため、ドライ型真空ポンプ9との組合わせで使用する場合、ドライ型真空ポンプ9単段で排気するのに比較して、同一排気量では電力で1/2～1/4以下、設置スペースで1/4以下となる。

【0017】また、サイクロン式集塵装置5を使用したため、ダストフィルターに比較して略10倍程度の大きな圧力制御範囲を得ることができた。これは図2に示すように、ポンプ排気速度の変化に対して、サイクロン式集塵装置5の差圧が大きく変化するためである。本実施の形態で使用したメカニカルブースターポンプ6は、60Hzで20000l/minの性能であったが、炉内圧力20Torrに制御している時の回転数は900～1200回転/分であった。これに対して従来のダストフィルターを使用したものでは、略20～200回転程度で大きく変動し、炉内圧力も不安定であった。また、単結晶の引上に伴ってフィルターにダストが付着し、圧力損失が大きくなり制御範囲を超えるため、1バッチ毎にフィルターの清掃が必要となった。また、コンダクタンスバルブ等を使用しないため、故障も生じず、極めて安定した稼動が可能であった。

【0018】図2に示すグラフにおいてサイクロン式集塵装置5付の場合、炉内圧力が略40Torr付近で一定となっているのは、メカニカルブースターポンプ6の排気速度が0l/minになってもドライ真空ポンプ9が定格性能で運転されているためである。ドライ真空ボ\*

ンプ9にもインバーター4を取付けて、メカニカルブースターポンプ6と同様な可変速度運転を行なわせるようにすれば、さらに広い圧力制御範囲を得ることができる。

【0019】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されており、特に単結晶引上装置のチャンバー内圧力を減圧維持するための上記した真空排気システムによれば、単結晶引上装置から真空ポンプ室までの配管スペースおよびコストを従来の略1/2程度に低減できる。また、コンダクタンスバルブを用いずに広い範囲の圧力制御を可能としたため、故障の少ない真空排気システムが得られる。さらに、単段の真空ポンプを使用する場合に比較して略1/2～1/4程度の消費電力、設置スペースが可能となる。

【図面の簡単な説明】

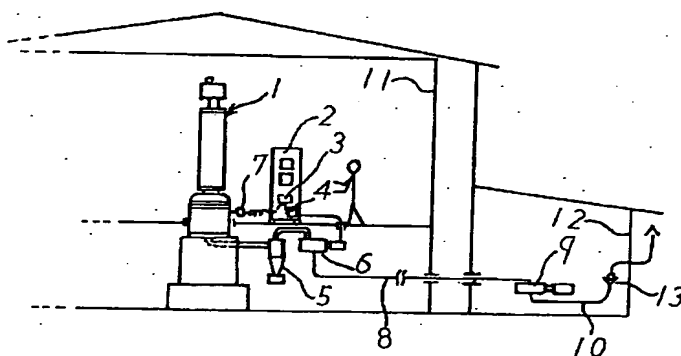
【図1】本発明の実施の形態を示した単結晶引上装置の真空排気装置の概略配置図である。

【図2】同じく真空排気装置による炉内圧(Torr)と排気速度(l/min)との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1…単結晶引上装置
- 2…制御盤
- 3…PIDコントローラー
- 4…インバーター
- 5…サイクロン式集塵装置
- 6…メカニカルブースターポンプ
- 7…炉内圧測定器
- 8…排気側配管
- 9…ドライ真空ポンプ
- 10…排気側配管
- 11…クリーンルーム
- 12…ポンプ室
- 13…逆止弁

【図1】



【図2】

